



日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JC523 U.S. PTO
09/198534
11/24/98

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1997年12月26日

出 願 番 号

Application Number:

平成 9年特許願第358860号

出 願 人

Applicant (s):

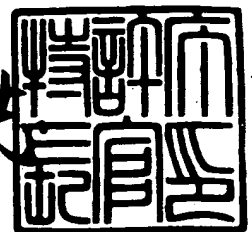
ミノルタ株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

1998年 8月28日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平10-3068910

【書類名】 特許願

【整理番号】 TL02277

【提出日】 平成 9年12月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06T 17/00

【発明の名称】 3次元形状データ処理装置及びモデリングシステム

【請求項の数】 3

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 伴 慎一

【特許出願人】

【識別番号】 000006079

【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100086933

【弁理士】

【氏名又は名称】 久保 幸雄

【電話番号】 06-304-1590

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010995

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9716123

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 3次元形状データ処理装置及びモデリングシステム

【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体を撮影した2次元画像から設定条件を満たす領域を抽出し、
前記物体に対する3次元計測によって得られた当該物体の形状モデルに対して、
抽出された領域に対応する部分の起伏を平滑化するデータ修正を加える
ことを特徴とする模型作成のための3次元形状データ処理装置。

【請求項2】

物体に対する3次元計測によって得られた当該物体の形状モデルに対して、地
肌部分から浮いた線状部分を検出し、その線状部分と地肌部分との起伏を平坦化
するデータ修正を加える

ことを特徴とする模型作成のための3次元形状データ処理装置。

【請求項3】

物体を撮影する光電変換装置と、

前記物体の形状を計測する3次元計測装置と、

前記光電変換装置によって得られた前記物体の2次元画像に基づいて、前記3
次元計測装置によって得られた前記物体の形状モデルに対してデータ修正を加え
る請求項1又は請求項2記載の3次元形状データ処理装置と、を備えた

ことを特徴とする模型作成のためのモデリングシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、実存する物体の模型を作成するための3次元形状データ処理に関する。

【0002】

【従来の技術】

可搬型の非接触式3次元計測装置（3次元カメラ）が商品化され、CGシステムやCADシステムへのデータ入力、身体計測、ロボットの視覚認識などに利用

されている。非接触の計測方法としては、スリット光投影法（光切断法）が一般的であるが、他にもパターン光投影法、ステレオ視法、干渉縞法などが知られている。

【0003】

また、パーソナルコンピュータで利用可能な3次元CGソフトウェア、及びホビー用の小型の3次元切削マシンが市販されている。これらを用いれば、一般家庭でも模型や創作物を手軽に製作することができる。

【0004】

一方、利用客の顔写真シールをその場で作成する一種の自動販売機が人気を集めている。利用客は料金分の硬貨を投入し、モニタ画像を見ながらカメラの前で好みのポーズをとる。そして、所定の操作を行うと、一定数のシールが並んだシートが作成されて取出口に排出される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上述の3次元計測装置によれば、写真をとるのと同程度の手軽さで人体を含む各種物体の形状をデータ化することができる。非接触式であるので、人体を計測する場合であっても、計測対象者が煩わしさを感じることはない。そこで、この3次元計測装置を顔写真ならぬ顔面模型の作成に利用することが考えられる。つまり、3次元加工機と組み合わせれば、人物の顔を計測してその場で適当な倍率の模型を作成することが可能である。

【0006】

しかし、3次元計測の結果に忠実に模型を作成すると、図11のように額の前側に垂れ下がった前髪の部分が、額から薄い板が突き出た不自然な形状になってしまう。特に前髪の先端が額から離れていると、突き出た板状部分の下端縁が底のように直線状になっていっそう不自然に感じられるという問題があった。

【0007】

なお、突き出た板状部分をくり抜く加工を行って前髪の形状を再現することが考えられるが、模型の機械的強度の観点からみて先端の浮き上がった毛髪まで再現するのは好ましくない。また、そのような加工は極めて困難であり、加工時間

も大幅に長くなってしまふ。

【0008】

本発明は、ほつれた髪を有する人体や毛足の長い動物の模型を作成する場合に、実物には無い板状の起伏が形成されるのを防ぎ、見た目の自然な模型の作成を可能にすることを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明においては、例えば物体の2次元撮影情報を参照するなどして、非接触の3次元計測による場合に極端な起伏が生じるおそれのある部分を特定し、その部分について平滑化を行う。

【0010】

請求項1の発明に係る装置は、物体を撮影した2次元画像から設定条件を満たす領域を抽出し、前記物体に対する3次元計測によって得られた当該物体の形状モデルに対して、抽出された領域に対応する部分の起伏を平滑化するデータ修正を加えるものである。

【0011】

請求項2の発明に係る装置は、物体に対する3次元計測によって得られた当該物体の形状モデルに対して、地肌部分から浮いた線状部分を検出し、その線状部分と地肌部分との起伏を平坦化するデータ修正を加えるものである。

【0012】

請求項3の発明に係るモデリングシステムは、物体を撮影する光電変換装置と、前記物体の形状を計測する3次元計測装置と、前記光電変換装置によって得られた前記物体の2次元画像に基づいて、前記3次元計測装置によって得られた前記物体の形状モデルに対してデータ修正を加える3次元形状データ処理装置と、を備えている。

【0013】

【発明の実施の形態】

図1は本発明に係る立体模型作成装置1の外観図である。

立体模型作成装置1は、物体形状を計測し、その計測データに基づいて素材を

その場で加工する機能を有しており、利用客の顔をかたどった小物品の自動販売機として使用される。作成される物品は、所定形状（例えば四角形）の板面から顔面（頭髮を含む）の模型が突き出た立体である。板面（背景部分）に特定の起伏模様を付加することも可能である。このような物品に適当な金具を取り付ければ、ペンダント、ブローチ、キーホルダなどのアクセサリとなる。予め素材に金具を取り付けておいてもよい。

【0014】

ほぼ等身大の筐体10の上半部の前面に、利用客がポーズを確認するためのディスプレイ16とともに、光学式3次元計測のための投光窓12及び受光窓14が設けられている。受光窓14は2次元のカラー撮影にも用いられる。筐体10の下半部は上半部よりも前方側に張り出しており、その上面が操作パネル18となっている。商品の取出口20は下半部の前面に設けられている。

【0015】

利用客は立体模型作成装置1に向かって立ち、料金分の硬貨を投入する。その後利用客がスタート操作を行うと、立体模型作成装置1は正面の一定範囲内に存在する物体の形状を計測するとともに、計測結果を示す3次元形状モデル（例えばサーフェスモデル）を表示する。そして、利用客が確認操作を行うと、立体模型作成装置1は計測結果に応じた3次元加工を開始する。数分程度の時間で商品が完成する。利用客は取出口20から商品を取り出す。

【0016】

図2は操作パネル18の平面図である。

操作パネル18には、スタートボタン181、確認ボタン182、キャンセルボタン183、ジョイスティック184、及び硬貨の投入口185が設けられている。スタートボタン181はスタート操作手段であり、確認ボタン182は確認操作手段である。ジョイスティック184は模型の構図の変更指示に用いられる。左右に傾けるパーン操作、上下に傾けるチルト操作、及びノブを回転させるロール操作に呼応して3次元形状モデルの回転処理が行われ、処理結果が逐次に表示される。また、キャンセルボタン183は、利用客が表示された3次元形状モデルが気に入らないときなどに再計測を指示するための操作手段である。ただ

し、キャンセルボタン183には有効回数が設定されており、無制限に再計測を指示することはできない。

【0017】

図3は立体模型作成装置1の機能ブロック図である。

立体模型作成装置1は、模型サイズの3次元形状モデルを生成するモデリングシステム1Aと、3次元形状モデルを顕在化する加工システム1Bとから構成されている。

【0018】

モデリングシステム1Aは、オリジナル物体である利用客の外観情報をデジタルデータに変換（データ化）する撮影システム30を含んでいる。撮影システム30は、スリット光投影法で形状情報をデータ化する3次元計測装置34、色情報をデータ化する2次元撮影装置36、及びコントローラ38からなる。なお、3次元計測にスリット光投影法に代えて他の手法を用いてもよい。3次元計測装置34による計測情報である形状データDS、及び2次元撮影装置36による撮影情報であるカラー画像データDCはデータ処理装置40に入力される。3次元計測と2次元撮影とのカメラ座標の相対関係は既知であるので、形状データDSに基づく3次元形状モデルと2次元撮影像とを位置合わせすることは容易である。データ処理装置40は図示しない画像処理回路を備えており、本発明に特有のデータ修正を含む各種のデータ処理を行う。データ処理装置40のコントローラ42は、立体模型作成装置1の全体的な制御をも担い、撮影システム30のコントローラ38及び加工システム1Bのコントローラ76に適切な指示を与える。このコントローラ42には、ディスプレイ16及び操作入力システム80が接続されている。操作入力システム80は、上述の操作パネル18と料金受領機構とからなる。

【0019】

一方、加工システム1Bは、樹脂ブロックなどの材料を切削する加工装置72、材料の加工位置への供給と加工品の取出口20への搬送を行う材料供給装置74、コントローラ76、及び取出口センサ78を備えている。取出口センサ78の検出信号はコントローラ42に入力される。

【0020】

なお、撮影システム30及び加工システム1Bの制御をコントローラ42に受け持たせ、コントローラ38及びコントローラ76を省略した回路構成を採用してもよい。

【0021】

図4は加工システム1Bの機構構成の一例を示す斜視図である。

材料供給装置74は、計8種の形状の材料を収納するストック部210を有している。収納空間は直線状の移送路212の両側に設けられ、各側の収納空間に移送路212に沿って4個ずつエレベータ220が配置されている。各エレベータ220に同一種類の複数の材料が積み重ねられ、最上の材料が所定高さに位置するようにエレベータ220の上下移動制御が行われる。作成しようとする模型に適した種類の材料が指定されると、指定された材料がワーク216として押し出しロッド218によって収納空間から移送路212へ送り出される。そして、移送路212上のワーク216は、チャック付き移送ロッド214によって加工装置72のテーブル200に送り込まれる。

【0022】

テーブル200において、ワーク216は2個のストッパ202とクランプ治具204とによって固定される。そして、上下・左右・前後に移動可能な回転軸206に取り付けられたドリル208によって切削される。

【0023】

3次元加工が終了すると、ワーク216は移送ロッド214の先端のチャックで挟持されて移送路212の排出側の端部へ運ばれ、排出口222に送り込まれる。移送ロッド214によらず、滑り台形式でワーク216をテーブル200から排出口222へ移動させてもよい。

【0024】

加工システム1Bの機構構成は例示に限らない。例えば多段の各棚に同一種類の材料を水平方向に並べ、その配列方向の一端にエレベータを配置し、棚からエレベータに材料を押し出すようにすれば、エレベータ数を低減することができる。アームロボットによってワークを収納位置→加工位置→排出位置へと運んでも

よい。切削に代えて、積層造形法（光造形法を含む）、レーザー加工（熱加工）、成型加工（加圧など）などの手法で模型を作成することも可能である。また、材料形状については、利用客が好みの外形を選択できるようにしてもよいし、予め標準的な顔の模型を作り込んだ複数種の方法から加工時間が最も短くなるものを自動選択するようにしてもよい。

【0025】

以上の構成の立体模型作成装置1においては、頭髮部分の自然な人体頭部の模型を作成するため、3次元計測で得られた形状モデルを頭部（顔面を含む）のカラー撮影情報を利用して自動的に変形するデータ修正がデータ処理装置40によって行われる。変形は、具体的には形状モデルの前髪部分を適度に平滑化して違和感のないようにする処理である。カラー撮影情報は、頭髮部分の特定に利用される。

【0026】

図5は修正対象部分の選定の手順を示す図である。

〔第1ステップ〕

まず、データ処理装置40は、カラー画像データDCが表す2次元画像G2から顔面と頭髮との境界C1を抽出する。抽出の要領は次のとおりである。①特定の色空間（例えば $L^* a^* b^*$ 色空間）においてクラスタリングを行うことにより、2次元画像C2を同色相の微小領域に分割する。②その結果に対してラベリングを行って同色相で且つ連続した領域を抽出する。③あらかじめ頭髮の形状及び色に関する統計に基づいて作成されたテンプレートを用いてマッチングを行い顔面か頭髮か他の領域かを判定し、顔と頭髮との境界C1に該当する微小領域の集合を抽出する。

〔第2ステップ〕

続いて、次の要領で額を隠す前髪の領域を推定する。①2次元画像G2をモザイク化する。②頭髮に該当する部分の色相の平均値を計算する。③顔面に該当する部分の色相の平均値を計算する。④境界C1の近辺で頭髮の色相の平均値と顔面の色相の平均値との中間付近の色相をもつ領域を前髪領域とする。⑤前髪領域の輪郭C2を抽出する。

〔第3ステップ〕

そして、境界C1と輪郭C2のうちの境界C1より上側の部分とで囲まれる領域を注目領域Eとする。輪郭C2の内側の領域を修正範囲としてしまうと、下辺が直線となって頭髮部分の形状として不自然になるからである。

【0027】

図6及び図7は形状モデルの部分修正の要領を示す図である。

ここでは、形状データDSで特定される形状モデルUにXYZ直交座標を当てはめる。顔面の前後方向をX軸、左右方向をY軸、上下方向をZ軸にとる。X軸については形状モデルUから3次元計測時の視点に向かう方向を正方向とし、Y軸については左から右に向かう方向を正方向とし、Z軸については下から上に向かう方向を正方向とする。

【0028】

XYZ直交座標空間に2次元画像G2と形状モデルUとを位置の対応をとって仮想的に配置し、2次元画像G2を形状モデルUに投影する。そして、まず図6のように以下の要領で額と頭髮との上下方向（Z方向）の整合性を得るための変形を行う。①ZX平面に沿って形状モデルUを切断する。②その切断面において、2次元画像G2の注目領域Eの下端（境界C1）が投影される点Z1を変形範囲の下端とし、注目領域Eの上端（輪郭C2）が投影される点Z2を変形範囲の上端とする。③形状モデルUの切断面の輪郭のうち、点Z1と点Z2との間の曲線を原曲線H10とする。④形状モデルUの切断面の輪郭のうちの点Z1より下側の部分（顔面部分）の曲線F11を3次スプライン曲線で近似し、このスプライン曲線F11を点Z1から点Z2まで外挿して作成した曲線を頭皮の切断線F12とする。⑤切断線F12と原曲線H10とから変形後の曲線H11を作成する。曲線H11は（1）式で表される。⑥原曲線H10を曲線H11に置き換える。

【0029】

$$H11 = \alpha \times H10 + (1 - \alpha) \times F12 \quad \cdots (1)$$

$$\alpha(z) = 1 \quad [z \geq Z2]$$

$$\alpha(z) = (z - Z1) / (Z2 - Z1) \quad [Z1 < z < Z2]$$

$$\alpha(z) = 0 \quad [z \leq Z_1]$$

z : Z 座標

このような処理により、形状モデルUの前髪部分が額から徐々に張り出すように変形されることになる。

【0030】

同様の処理を注目領域EにおけるY方向の両端を含む一定間隔の位置毎に行い、前髪部分を変形させた多数の切断面を得る。そして、これらの切断面に基づいて補間処理を行うことにより、Y方向に連続した曲面を得る。以上の処理により、実物において前髪の先端が額から離れていても、底のごとく急峻に額から突き出るのではなく、額に対して緩やかに盛り上がった隆起によって前髪が表現された自然な感じを受ける模型が得られる。また、正面からみて前髪がまばらであっても、従来のように板状の突起が並ぶのではなく、滑らかに連続的に前後(X方向)の位置が変化する起伏面で前髪が表現される。つまり、前髪部分について形状モデルUの起伏が平滑化される。

【0031】

次に、図7のように以下の要領で額と頭髮との左右方向(Y方向)の整合性を得るための変形を行う。①上述の変形を加えた後の形状モデルUをXY平面に沿って切断する。②その切断面において、2次元画像G2の注目領域Eの左右端(ここでの例示は右端)が投影される点Y2を変形範囲の一端とする。③点Y2から注目領域Eの内側に一定距離だけ離れた点Y1を変形範囲の他端とする。このとき、点Y2と点Y1との距離をモデル面の起伏変化が自然になるように選定する。例えば顔面幅の1/10程度とする。④形状モデルUの切断面の輪郭のうち、点Y1と点Y2との間の曲線を原曲線H20とする。⑤形状モデルUの切断面の輪郭のうちの点Y2より外側の部分の曲線F21を3次スプライン曲線で近似し、このスプライン曲線F21を点Y2から点12まで外挿して作成した曲線を頭皮の切断線F22とする。⑥切断線F22と原曲線H20とから変形後の曲線H21を作成する。曲線H21は(2)式で表される。⑦原曲線H20を曲線H21に置き換える。

【0032】

$$H21 = \beta \times H20 + (1 - \beta) \times F22 \quad \dots (2)$$

[顔面の右側の変形の場合]

$$\beta(y) = 0 \quad [y \geq Y2]$$

$$\beta(y) = |y - Y1| / |Y2 - Y1| \quad [Y1 < y < Y2]$$

$$\beta(y) = 1 \quad [y \leq Y1]$$

y : Y座標

[顔面の左側の変形の場合]

$$\beta(y) = 1 \quad [y \leq Y2]$$

$$\beta(y) = |y - Y1| / |Y2 - Y1| \quad [Y1 < y < Y2]$$

$$\beta(y) = 0 \quad [y \geq Y1]$$

以上の処理により、前髪部分の左右両端における額との段差が平滑化され、額と前髪部分とが滑らかに連続した形状モデルが得られる。

【0033】

同様の処理を注目領域EにおけるZ方向の両端を含む一定間隔の位置毎に行い、前髪部分の左右両端付近を変形させた多数の切断面を得る。そして、これらの切断面に基づいて補間処理を行うことにより、Z方向に連続した曲面を得る。

【0034】

以下、フローチャートを用いて立体模型作成装置1の動作を説明する。

図8は概略の動作を示すメインフローチャートである。

電源が投入された後、利用客による操作を待つ待機期間において、2次元撮影と撮影結果の表示とを繰り返す(#10、#12、#14)。また、定期的に案内メッセージを表示する。料金が投入されてスタートボタン181が押されると、改めて2次元撮影を行うとともに3次元計測を行う(#16、#18)。所定のデータ処理を行い(#20)、得られた3次元形状モデルを表示する(#22)。このとき、影を付すといった公知のグラフィック手法を適用して見栄えを高める。そして、指示操作を待つ。ただし、待ち時間は有限であり、時限を過ぎれば確認操作が行われたものとみなす。

【0035】

ジョイスティック184が操作されると、上述のように3次元形状モデルを操

作に応じて回転させて表示する（＃２４、＃３８）。キャンセルボタン１８３が押されると、待機期間の動作に戻る（＃４０、＃１０）。ただし、この場合、利用客が料金を改めて投入する必要はなく、スタートボタン１８１を押せば、再計測が行われる。

【００３６】

確認ボタン１８２が押されると（＃２６）、３次元形状モデルに基づいて加工条件データベースを参照して加工制御用のデータを生成し（＃２８）。材料の加工を行う（＃３０）。加工が終わると、商品を排出し（＃３２）、取出口センサ７８によって商品が取り出されたのを確認して待機動作に戻る（＃３４、＃１０）。

【００３７】

図９は図８のデータ処理の内容を示すフローチャートである。

ここでは、上述したように前髪部分を変形するデータ修正、及び加工時間の短縮やデザイン上の意図的な平面化のための奥行き方向の圧縮を含む次の処理が行われる。

【００３８】

形状モデルの全体を対象に平滑化処理を行って、ノイズによる異常データを除くとともに、細かな凹凸まで過度に再現されるのを避ける（＃２００）。再標本化処理を行う（＃２１０）。これは、顔が斜めを向いていた場合などにおいて、入力データを加工方向に正対させるため、ある方向から平行投影した等間隔の格子点により整列されたデータに変換する処理である。例えば、人の顔の耳の下が陰になって測定できない場合、顔を上向きにして３次元測定をした後で、通常の正面を向いた顔を表すようにデータを変換できる。格子点が射影された位置に計測点がない場合には、その周囲の計測値により線形補完を行う。このとき、射影された方向が加工する際の鉛直上方となり、それぞれの格子点は、高さのデータを持つ。また、入力データが透視投影による場合でも、この処理により入力データを平行投影データに変換できる。

【００３９】

データの欠損部分を補完する（＃２２０）。補完手法としては、線形補完

、重み付け補完などの種々の手法が適用可能である。例えば、データの欠損している部分をすべて固定値で置き換える（単純補完）。その固定値としては、設定値、最小の高さ、顔の外周位置の平均値が考えられる。欠損部が有効データ部分で完全に囲まれている場合は、周りのデータから線形補完をする。また、人の顔における黒い眉や髪などのように対象の性質から光学式の3次元計測で正確なデータが得られないことが予想できる部分については、既存の3次元形状データと置き換えてもよい。この場合、顔面（頭部の前半面）の標準モデルを用意しておき、データ欠損部分については位置及びサイズを調整した標準モデルのデータを使用する。標準モデルの調整は、次の手順で行う。上述したデータ修正の場合と同様の要領で2次元画像から両目及び口を抽出し、3つの基準点の位置を算定する。そして、標準モデルの各基準点が実測の形状モデルと一致するように標準モデルの線型変換をする。なお、このような合成は、顔の欠損部分に限らず、任意の部分に適用可能である。

【0040】

以上の各処理で実物形状に忠実な3次元形状モデルを得た後、上述したように前髪部分を平滑化する本発明に特有のデータ修正を行う（#230）。なお、このとき、目、黒目部分、眉、唇、頬などの特定部分を若干盛り上げる強調を行ってもよい。

【0041】

高さ圧縮処理を行って、3次元形状モデルの寸法を奥行き方向に縮める（#240）。すなわち、奥行き方向の高低差を小さくして加工時間を短縮する。また、ペンダントやメダルの用途では平面的な模型が好適である。圧縮には、一様圧縮及び非一様圧縮のどちらの手法も適用可能であり、部分毎に使い分けることもできる。

【0042】

3次元形状モデルのうちの背景部分を検出する（#250）。これは背景部分を修正するための前処理である。利用客の背面をブルーバックとしておき、2次元画像の色判別の結果を利用すれば、背景部分の検出が容易且つ確実になる。

【0043】

背景部分について他のデータに置き換える背景変換を行う（#260）。例えば、背景部分は極端に奥行きが深いので、加工時間を短縮するために奥行きの浅いデータに変換する。置き換えるデータは、平面データでも花木などの絵柄や幾何模様を表す立体面データでもよい。

【0044】

実物大の3次元形状モデルを商品サイズに適合させるサイズ調整を行う（#270）。また、加工装置72の精度にデータ量を適合させる解像度変換を行う（#280）。この処理は、所定格子幅のメッシュを投影して格子点で再標本化するものであるが、投影する方向は加工時の鉛直方向に固定されている。解像度変換（データ数変換）の要領としては、まず、加工用の形状モデルの構成点群を点間ピッチとベクトル変化量とで定義し、ベクトル変化量に対応する点間ピッチ範囲をあらかじめ記憶されている特性データテーブルから読み出して設定する。すなわち、データを間引いてピッチを大きくしたり、データを補間してピッチを小さくしたりする。計測の分解能が十分に大きい場合には、間引きのみを行えばよい。解像度変換機能を設けておけば、3次元計測装置34の分解能が限定されないで、用途に応じて計測手段を取り換えるといった使用形態が許容されることになる。

【0045】

最後に、3次元形状モデルの基準位置が加工の基準位置に合うように座標の原点を平行移動させる位置合わせを行う（#290）。なお、加工に際して上述のように予め所定の凹凸が作り込まれた材料を用いる場合には、確認操作に呼応した加工データ生成処理（図8の#28）において、以上の処理によって得られた3次元形状モデルと作り込まれている凹凸とを比較して切削量が算出される。

【0046】

図10は図9の部分データ修正処理の内容を示すフローチャートである。

まず、変形の要否の指定を確認する（#2301）。変形を行うモードであれば、図5で説明したように、まず、2次元画像から頭髮と顔面との境界C1を抽出する（#2302）。額を隠す前髪領域を推定し（#2303）、修正（部分平滑化）に係わる注目領域Eを選定する（#2304）。そして、形状モデルU

のうちの2次元画像G2の注目領域Eに対応する部分を変形し、前髪と額とを整合させる（#2305）。

【0047】

上述の実施形態において、2次元画像G2を細分化し、各区画毎にエッジ検出を行い、エッジ密度の大小判別によって前髪部分を抽出することもできる。前髪部分に対応した区画では他よりもエッジ密度が大きい。

【0048】

上述の実施形態では、自動販売機としての使用を想定した立体模型作成装置1を例示したが、本発明に係るデータ処理は模型作成が有償であるか無償であるかを問わない。模型のサイズは縮小サイズに限らず、実物大でも拡大サイズでもよい。人物以外の動物（例えば犬や猫）の模型を作成する場合にも本発明は有用である。生物の毛髪に限らず、地肌部分から浮いた線状部分を有するあらゆる物体に本発明は適用可能である。

【0049】

頭髮領域の検出については、2次元画像に基づく検出に限らず、3次元形状データに基づいて検出してもよい。例えば、形状データの空間周波数を分析し、高周波成分を頭髮として検出する。そして、顔との境界の近傍の所定幅の部分、又は起伏が大きい部分に対して上述の平滑化を行うようにしてもよい。

【0050】

【発明の効果】

請求項1乃至請求項3の発明によれば、ほつれた髪を有する人体や毛足の長い動物の模型を作成する場合に、実物には無い極端な起伏が形成されるのを防ぎ、見た目の自然な模型の作成を可能にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る立体模型作成装置の外観図である。

【図2】

操作パネルの平面図である。

【図3】

立体模型作成装置の機能ブロック図である。

【図4】

加工システムの機構構成の一例を示す斜視図である。

【図5】

修正対象部分の選定の手順を示す図である。

【図6】

形状モデルの部分修正の要領を示す図である。

【図7】

形状モデルの部分修正の要領を示す図である。

【図8】

概略の動作を示すメインフローチャートである。

【図9】

図8のデータ処理の内容を示すフローチャートである。

【図10】

図9の部分データ修正処理の内容を示すフローチャートである。

【図11】

従来の問題点を示す図である。

【符号の説明】

40 データ処理装置（3次元形状データ処理装置）

1A モデリングシステム

36 2次元撮影装置（光電変換装置）

34 3次元計測装置

DC カラー画像データ（2次元画像）

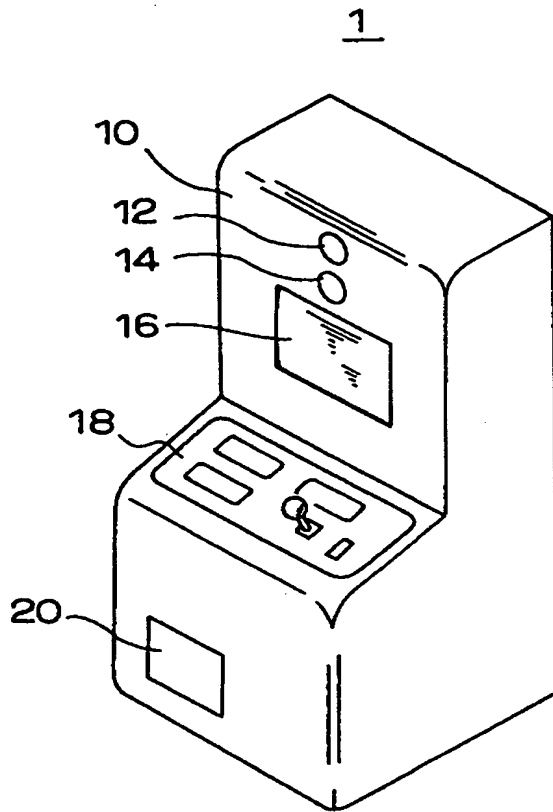
DS 形状データ

U 形状モデル

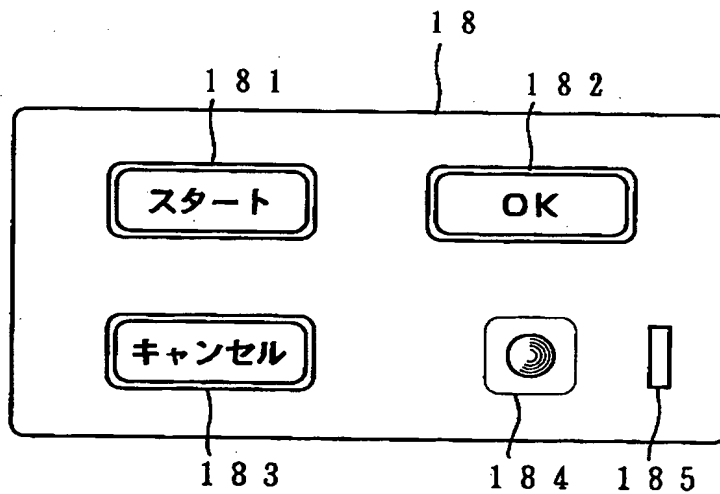
E 注目領域（設定条件を満たす領域）

【書類名】 図面

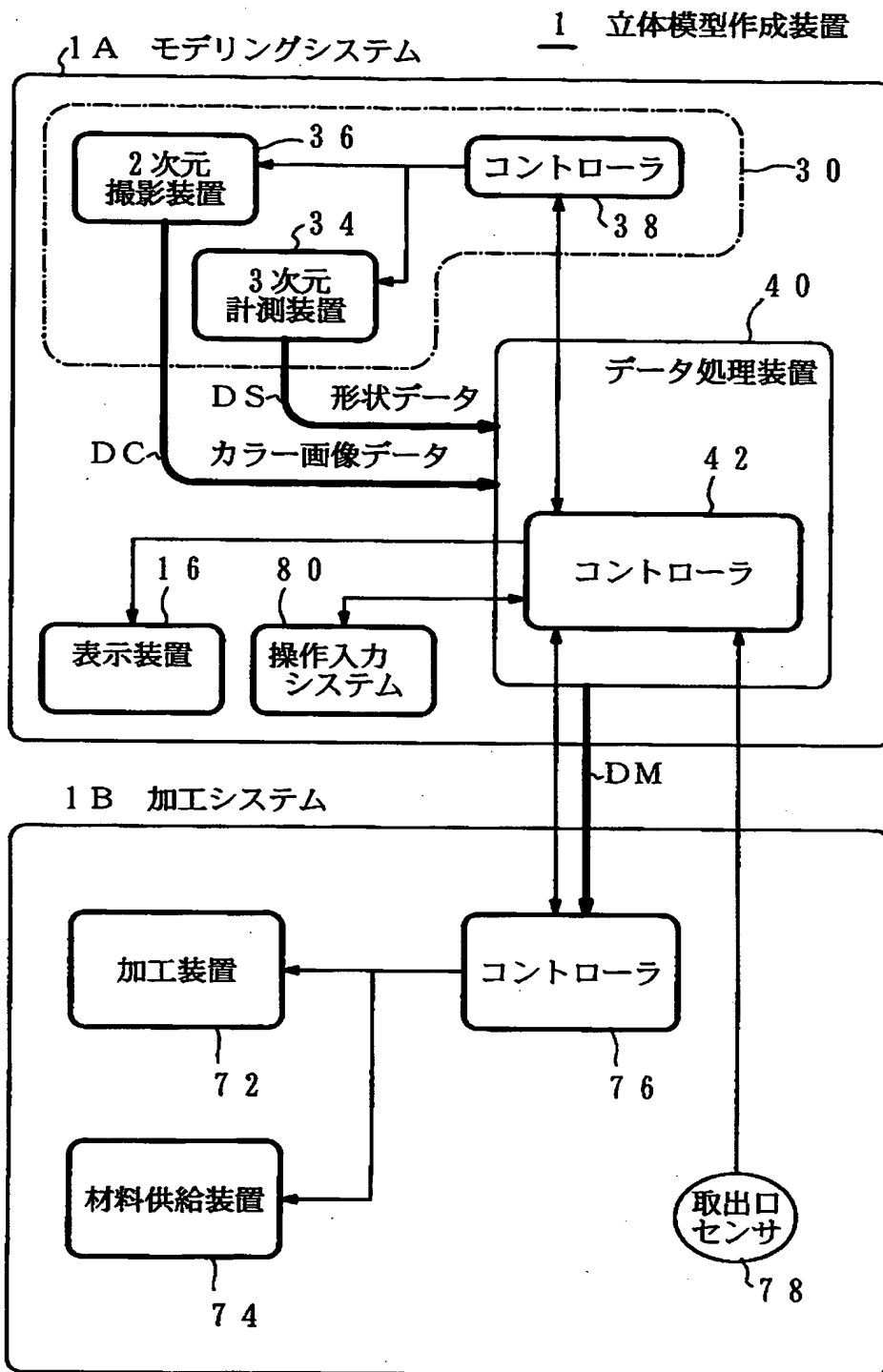
【図1】



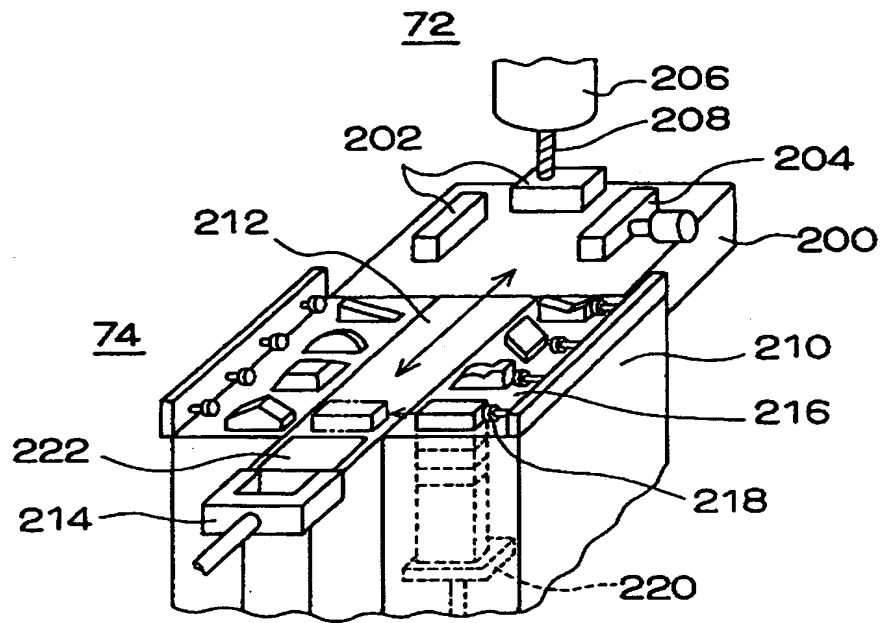
【図2】



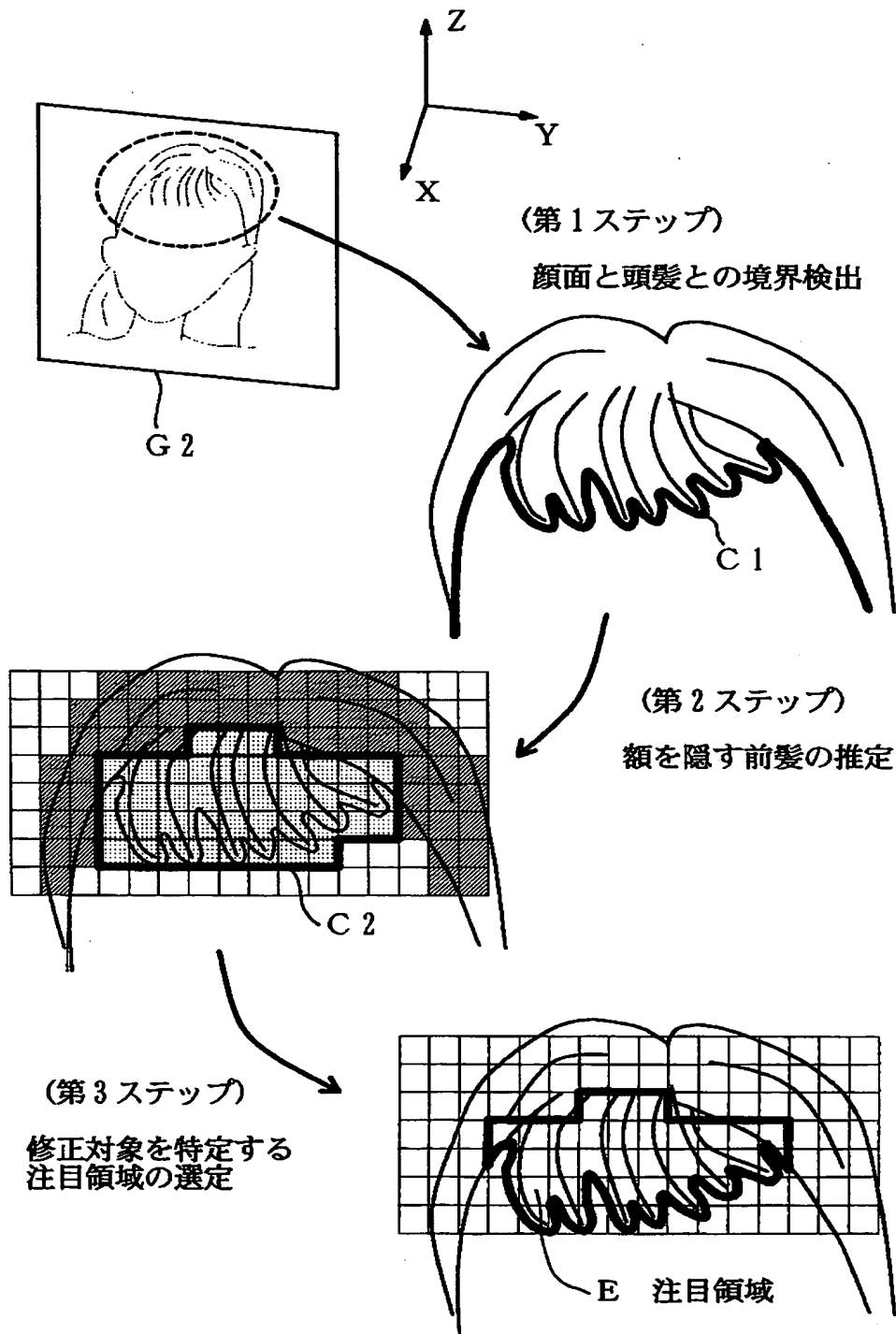
【図3】



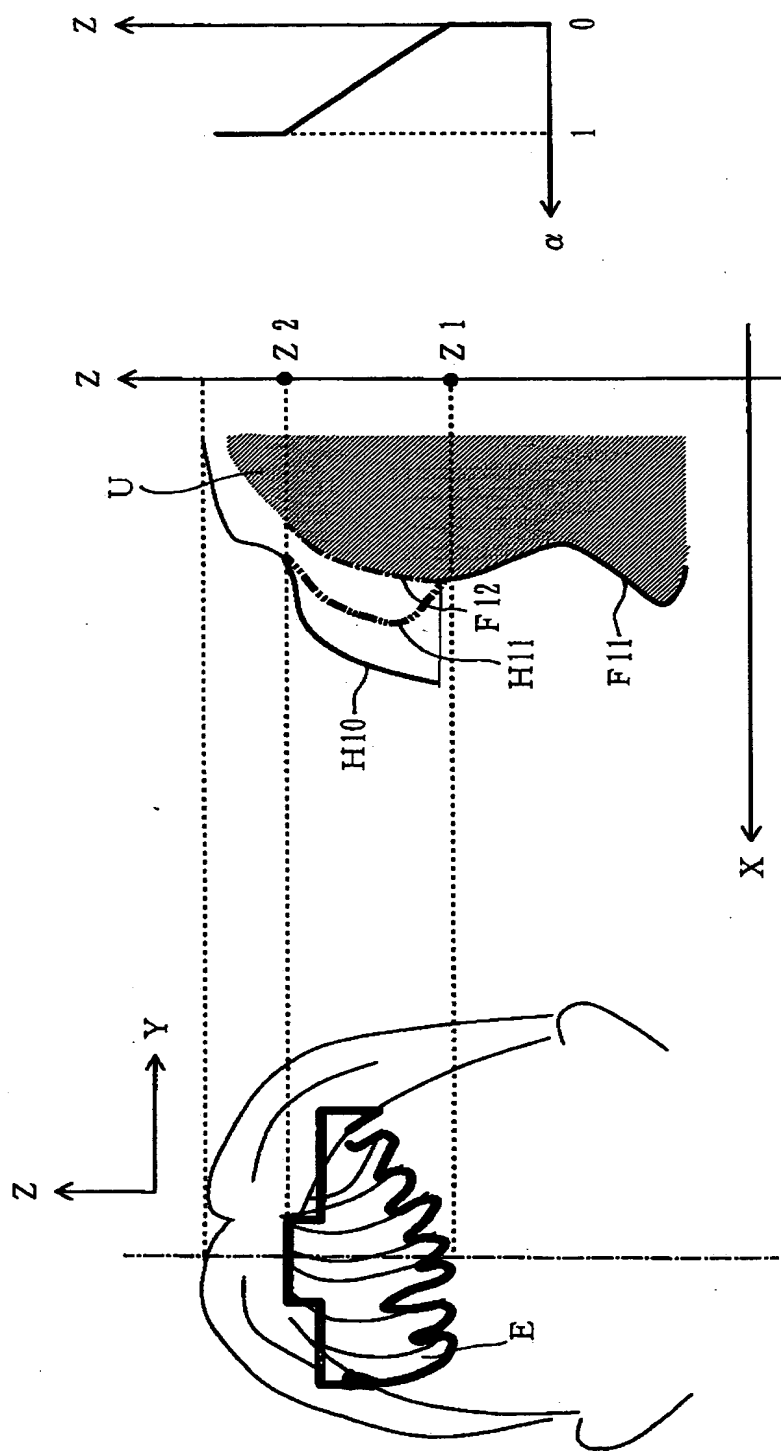
【図4】



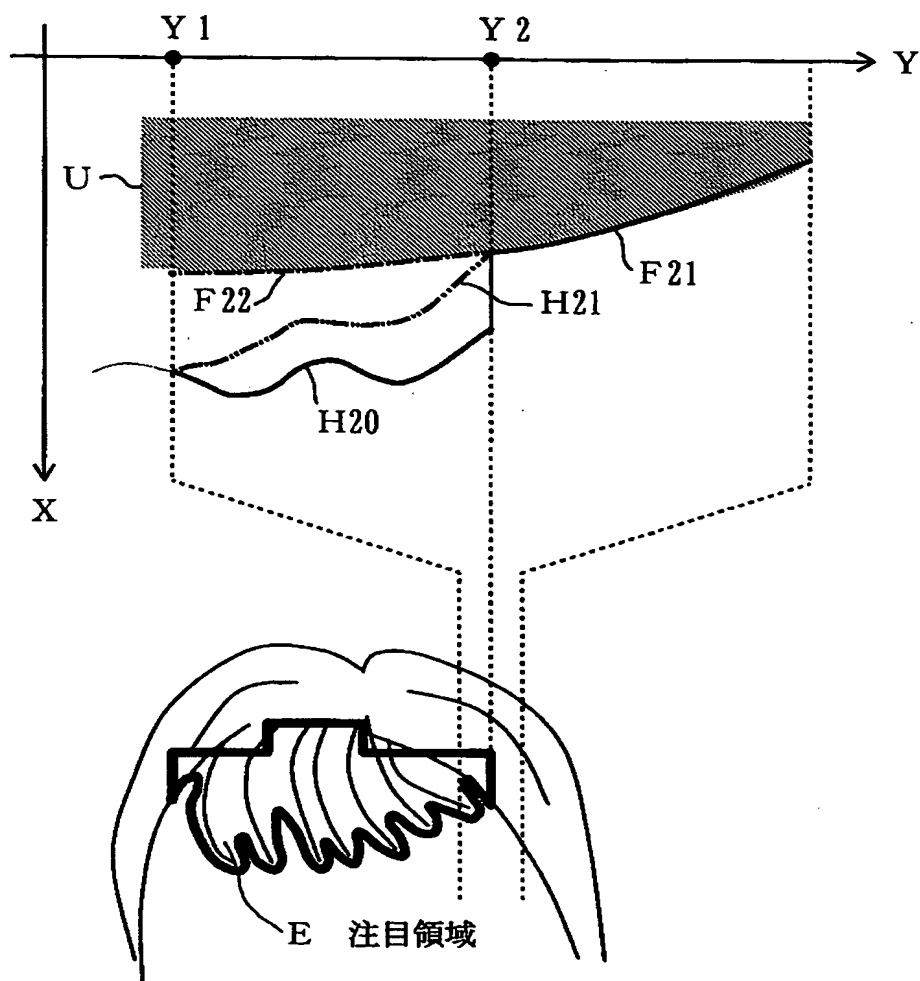
【図5】



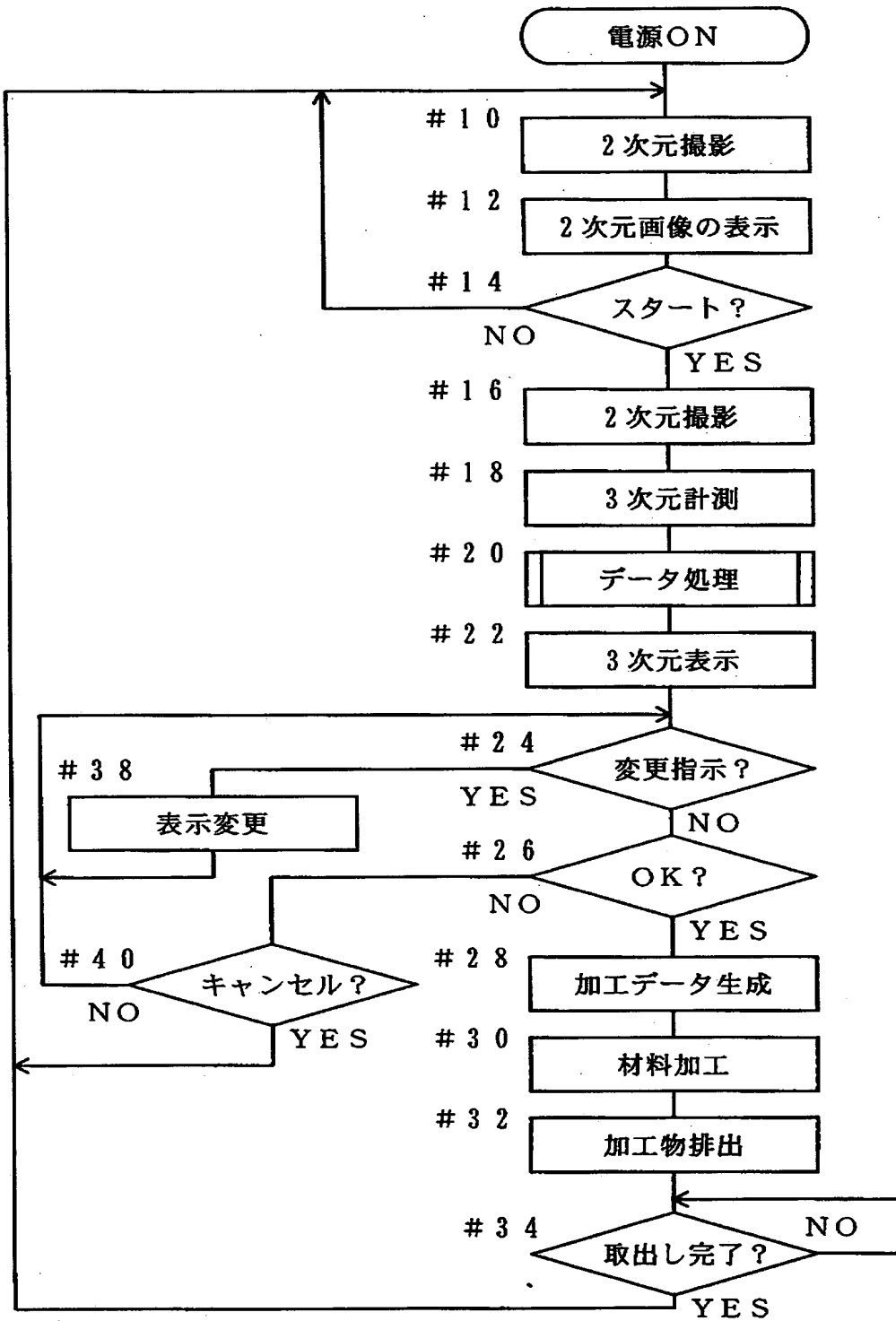
【图6】



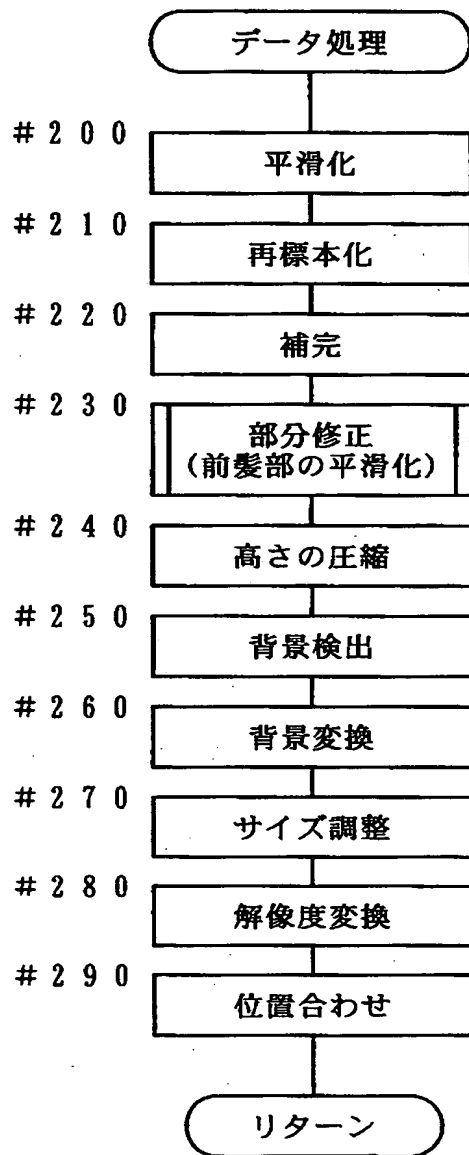
【図 7】



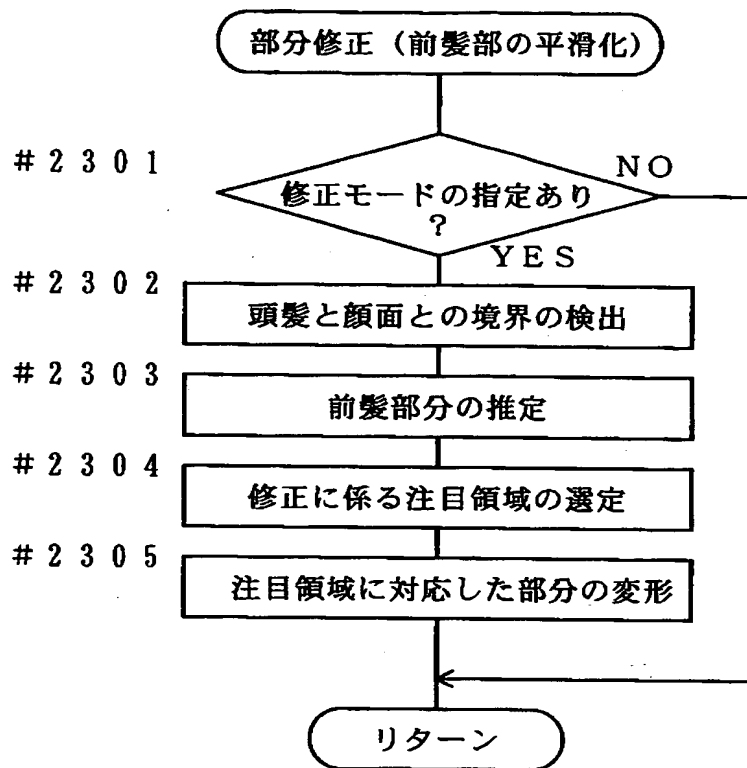
【図8】



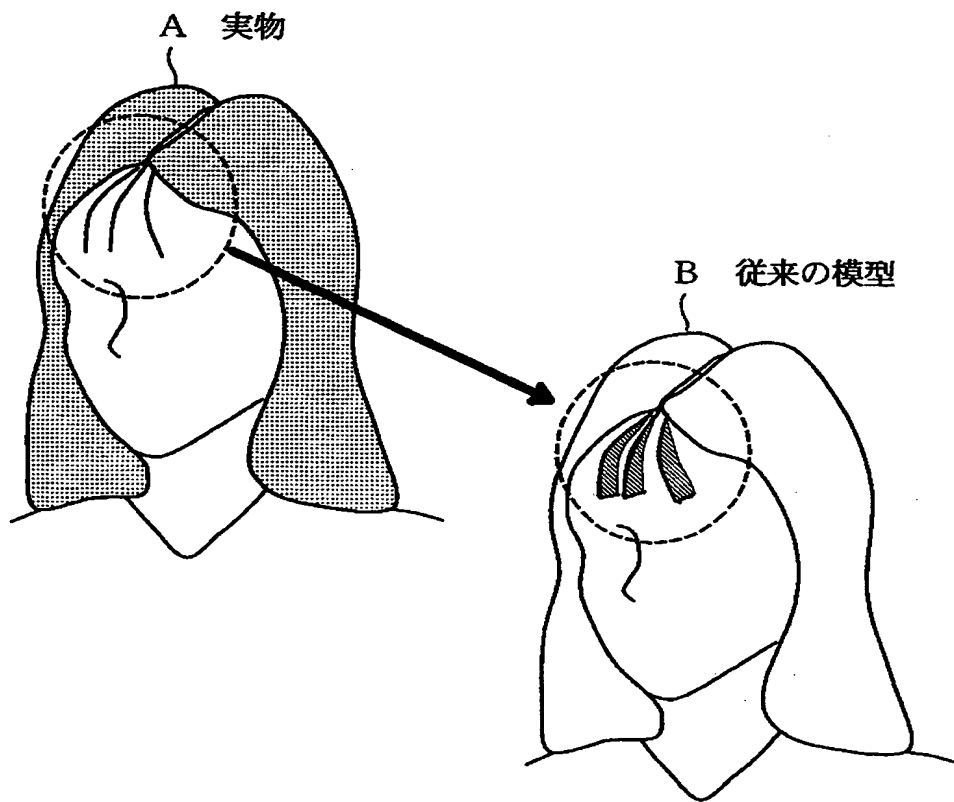
【図9】



【図10】



【図11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ほつれた髪を有する人体や毛足の長い動物の模型を作成する場合に、実物には無い極端な起伏が形成されるのを防ぎ、見た目の自然な模型の作成を可能にする。

【解決手段】 物体を撮影した2次元画像から設定条件を満たす領域Eを抽出し、物体に対する3次元計測によって得られた当該物体の形状モデルUに対して、抽出された領域Eに対応する部分の起伏を平滑化するデータ修正を加える。

【選択図】 図6

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】
【識別番号】 000006079
【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪
国際ビル
【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社
【代理人】 申請人
【識別番号】 100086933
【住所又は居所】 大阪市淀川区西中島7-1-26 新大阪地産ビル
久保特許事務所
【氏名又は名称】 久保 幸雄

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006079]

1. 変更年月日 1994年 7月20日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
氏 名 ミノルタ株式会社